

الرواسب الطينية

الاقتصادية

بالمملكة العربية السعودية

التركيب المعدني والتوزيع الجغرافي

الدكتور : أحمد عبد القادر المهنا

كلمة طين على مواد النرية المبتلة ، وتعمل كلمة طين أو (CLAY) في المجالات العلمية والتجارية . ويمكن تعريف الطين بأنه مادة قابلة لامتصاص الماء وإنتاج عجينة لزجة ولدنة القوام ، قابلة للتشكيل ، ويمكن أن تستعيد تماسكها وصلابتها إذا جفت في الهواء^(١) . والطين ليس معدنًا نقيًا بل هو مجموعة من المعادن الطينية والمواد الغريبة . ونظرًا لدقة حبيبات الطين فإنه لا يمكن تمييز مكوناته إلا بواسطة المجهر الإلكتروني (Electron Microscope) وذلك بتكبير الحبيبات إلى حوالي خمس آلاف مرة .



وتتميز بللورات معادن الصلصال (CLAY) بالشكل الصفحي أو الأنبوبي أو الشريطي أو الحيطي . وهذه الأشكال أهمية كبيرة في تحديد المادة الطينية وخصائصها . وتختلف معادن الصلصال عن بعضها البعض اختلافاً كبيراً من الناحية البلورية ، ولكنها لا تختلف كثيراً من ناحية تركيبها الكيميائي . ويمكن تقسيم المواد الطينية حسب تكوينها المعدني إلى :

١ - الكاولين أو طين الصين : ويتميز بالياض ، ومعادله الكيميائية هي :



ويضم معادن الكاولينات ومعادن الهالوسايت والاندلايت والتاكرات

Kaolinite, Halloysite, Dickite, Endellite and Nacrite.

٢ - طين الكرة : ذو لون أبيض ، عالي اللزوجة واللدونة ويحتوي على كمية من المواد الغروية ، ويتميز بتناسكه ، ويتكون أساساً من الكاولين ومعدن السيريسايت .

٣ - الطين الناري : ويتكون أساساً من معدن الكاولينات ، ويخلو من المواد الصهارة (Fluxes) ، وهو مقاوم للحرارة .

٤ - الطين العادي والطين الصفحي : ويتكون من مواد طينية أو شبيهة بالطين . ويتميز الطين العادي عن الصفحي بلدونة كافية تسمح له بالتشكيل ، أما الطين الصفحي فهو يتكون من معادن طينية ولا يكون لزوجاً في الحالة الطبيعية . وقد اكتسب هذا الطين خاصية التصفح نتيجة للضغط المتجه من الرواسب التي تملؤه وترتيب المعادن الصفائح عمودياً على الضغط .

ويحتوي الطين العادي والطين الصفحي على مجموعات من المعادن الطينية أهمها الإلايت Illite والكلورايت Chlorite والمونتموريللونيت Montmorillonite بالإضافة إلى الكاولين . ويتميز الطين العادي والطين الصفحي بوجود المواد والأثرية القليلة والمعادن الحبيبية التي تكسب الطين اللون الأحمر بعد الحرق . ويحتوي الطين العادي والطين

الصفحي عليه كمية أقل من مادة الألومينا Al_2O_3 مما يحتوي عليه طين الكرة والطين التاري والكاولين .

٥ - الأثرية الفاصدة : وهي مواد ترافية تشبه الطين العادي إلا أنها لا تتصف باللدونة ، وتتميز بقدرتها على قصر الألوان ، كما تتميز بأشكال إبرية . وتشتمل على معدن الأتابلولفايت Attapulgite أو معدن البالفورسكايت Palygorskite وهي معادن تتكون من سيليكات الألمنيوم والمغنسيوم المائية بالإضافة إلى معادن المونتموريللونائيت . وغالباً ما تحتوي هذه الأثرية على الأوبال أو السيليكات الغروية .

٦ - البتونائيت Bentonite : ويتكون أساساً من معادن المونتموريللونائيت والبرولاب . ويمكن أن يحتوي على معدن السمكائيت أو الطين الأخضر . ويتميز البتونائيت الصودي بقابليته على امتصاص الماء والانتفاخ إلى أضعاف حجمه الأصلي .

● ملحمة تاريخية :

عرفت الحضارات الشرقية خصائص الرواسب الطينية أو المواد الصلصالية من حيث استعمالها ، وقد اتخذت منها مواد لصنع الأواني المختلفة والمصاييح والآجر . واتسع مجال استعمالات المواد الطينية المحروقة وغير المحروقة في حضارات وادي النيل وما بين النهرين . ولعل الحضارات الصينية القديمة كانت من أول الحضارات في مجال استخدام أنواع من الصلصال الأبيض النقي ثم انتقل استعمال هذا النوع من الصلصال إلى خارج الصين حاملاً معه اسم موقع صيني شهير هو كاولينج Kaoling أي الجبال الشاهقة^(٢) .

ولا يزال الطين مادة بناء أساسية في كثير من الأقاليم الحافة من العالم وكان الطين هو المادة الرئيسة في البناء في كثير من المدن والقرى بالملكة العربية السعودية ، إذ كان يستعمل بديلاً عن الأسمنت بعد خلطه بالجير أو التبن لإكسابه بعض التماسك لمقاومة عوامل التجوية الفيزيائية . ولا تزال كثير من البيوت المبنية من الطين (أو اللبن) تقاوم مرور الزمن وعوامل التجوية في بيوت

الطين الموجودة بالرياض والدرعية وغيرها من مدن وقرى المملكة العربية السعودية .
وتتميز هذه البيوت المبنية من الطين بجملها المعماري وبانخفاض درجة حرارتها خلال فصل الصيف وبعض المزايا البيئية التي تحتاج إلى دراسة تفصيلية (انظر الصور رقم ١ ، ٢ ، ٣) .

• رواسب الطين الاقتصادية بالمملكة العربية السعودية :

بدأت دراسة رواسب الطين وبخاصة رواسب الصلصال ما بين عامي ١٣٩١ و ١٣٩٢ هـ وذلك بواسطة مركز الأبحاث والتنمية بالرياض ووزارة البترول والثروة المعدنية .

إن الغرض من هذا المقال هو استعراض بعض المعلومات المتعلقة بالتركيب المعدني لرواسب الطين الهامة بالمملكة العربية السعودية وتوزيعها الجغرافي .

ويركز هذا المقال على التواحي المعدنية والجيولوجية لرواسب الطين الهامة وبخاصة الرواسب الصلصالية ، بالرغم من أن هناك بعض المناطق التي تحتوي على الصلصال أول الرواسب الطينية والتي لم أتناولها بالدراسة نظراً لعدم أهميتها من الناحية الاقتصادية والجيولوجية أو لعدم وجود أبحاث كافية لمعرفة مكوناتها المعدنية وطبيعتها الجيولوجية .

وتوجد رواسب الطين الاقتصادية في عدة مواقع بالمملكة العربية السعودية ، وقد قام مركز الأبحاث والتنمية بالرياض بدراسة اقتصادية على رواسب الطين ، وبخاصة رواسب الصلصال من أجل صناعة الخزف بالمملكة ، ونتيجة لذلك فقد شجعت وزارة البترول والثروة المعدنية باحثيها لدراسة رواسب الطين المعروفة بالمملكة ، كما أن بعض الباحثين بجامعة الملك سعود قد قاموا ببعض الأبحاث العلمية لدراسة التواحي الفيزيائية والجيولوجية لهذه الرواسب الهامة .

وتوجد رواسب الطين ذات القيمة الاقتصادية في الوقت الحاضر في المواقع التالية : (انظر الخريطة رقم ١) :

رواسب الصلصال بنخشم راضي :

يعد موقع غشم راضي حوالي ٤٥ كيلو متراً شرق مدينة الخرج ويتميز موقع غشم راضي بوجود متكوني الوسيح والعرمة بشكل ظاهر وجيد . توجد ثلاثة آفاق من رواسب الصلصال في متكون الوسيح ، ويمكن الرجوع إلى باورز ومجموعته (٤) لمعرفة جيولوجية موقع غشم راضي . وقد قام الباحث فيوجي من البعثة اليابانية بدراسة جيولوجية مفصلة لرواسب الصلصال بنخشم راضي .

ونتيجة لهذه الدراسة قسم فيوجي^(٥) رواسب الصلصال بنخشم راضي إلى خمس طبقات كالتالي :

- ١ - الصلصال الأبيض .
- ٢ - الصلصال الأبيض والذي يحتوي على رمل دقيق الحبيبات .
- ٣ - الصلصال الرافاني الرمادي .
- ٤ - حجر رمل دقيق غريني أبيض رمادي .
- ٥ - صلصال أبيض رمادي مع حجر رمل غريني دقيق الحبيبات .

قام الباحث الياباني فيوجي بتحليل عينات الصلصال بواسطة حيود الأشعة السينية X-RAY DIFFRACTION وقد استخدم أنبوبة إشعاع نحاسية مع فلتر من النيكل .

عرضت عينات الصلصال المواجهة نسبياً للأشعة السينية من 2θ إلى 40° عند معدل يبلغ $(2\theta)^\circ$ في الدقيقة . وقد أثبتت نتائج التحليل الإشعاعي بواسطة حيود الأشعة السينية أن الصلصال الأبيض هو عبارة عن صلصال أوكاولين تي . وتدل الدراسة الإشعاعية أن إنعكاس المستويات البلورية hkl (hkl) ما بين درجات $[20^\circ$ إلى $22^\circ 2\theta$] هي انعكاسات متفصلة بشكل واضح جداً ، مما يدل على أن هذا المعدن هو معدن الكاولينايت Kaolinite المنتظم من الناحية البلورية . أما طبقات الصلصال الأخرى فهي

تتكون من معدن الكاولينايت والكوارتز مع كمية قليلة من المعادن الأخرى مثل السيلرايت والفلسبار. وحيث أن انعكاسات المستويات البلورية هـ ك ل (hkl) ما بين درجات [٢٠ إلى ٢٢ °] غير موجودة ، فإن هذا يدل على معدن الكاولينايت في طبقات الصلصال الأخرى من النوع الغير منتظم بللورياً .

وقد قام الباحث الحثي ومجموعته (١٦) وهم من جامعة الملك سعود بفحص عينات الصلصال من موقع خشم راضي وذلك لدراستها من الناحية الفيزيائية . وقد أثبتت دراساتهم التي اعتمدوا فيها على حيود الأشعة السينية بأن العينات الصلصالية تتأثر بالحرارة تأثيراً واضحاً . فعند فحص العينات التي سخنت لدرجة ٦٠٠ ° مئوية قبل تعريضها للأشعة السينية ، وجد أن هذه العينات تبدي خطوطاً مميزة لمعدن لا - كوارتز ، وعند درجة ١٠٠٠ ° مئوية تعطي خطوطاً لا - الومينا و β - كريستوبالايت ، وخطوطاً أوضح من مادة الملائيت وعند درجة ١٤٠٠ ° مئوية فإن خطوط الملائيت و β - كريستوبالايت قد أزيلت .

أما الباحث مشرف (١٧) وهو أيضاً من جامعة الملك سعود فقد دخل عينات الطين والطين الصفحي من مكونات البويب والبياض والوسيع والتي تشمل موقع خشم راضي (انظر الشكل رقم ٢) . وقد دلت الدراسة التي استخدم فيها حيود الأشعة السينية أن معدن الكاولينايت هو المعدن الرئيسي في رواسب الصلصال يتكوني البياض والوسيع مع كمية قليلة من معادن الإلايت والمونوتوريلقونايت .

٢ - رواسب اللايترايت بمنطقة عسير :

تقع رواسب اللايترايت ذات الألوان المختلفة ، والتي تتراوح ألوانها ما بين الأحمر والأصفر والأبيض تحت الصخور البازلت في جبال السرات بمنطقة عسير في جنوب غرب المملكة العربية السعودية ما بين خطي عرض ١٧ ° و ٤٥ ° ، ١٨ ° و ٢٠ ° شمالاً ، وعطلي طول ٤٣ ° و ٤٠ ° شرقاً ، وتغطي رواسب اللايترايت مساحة تقدر بحوالي ١٠٠٠ كم^٢ . وتوجد معادن الصلصال كمكون رئيسي لرواسب اللايترايت في جبال السرات بمنطقة عسير . وقد درست رواسب اللايترايت



منظر لبعض المساكن الطينية في المنطقة الجنوبية من المملكة العربية السعودية . انظر أيضاً برج المراقبة المتداعي أو الحصن الذي كان يستخدم لتخزين الحبوب وغيرها ولأغراض الحرب . لاحظ التناسق المعماري لهذه المساكن ، ووجود الرقائف الذي يحمي هذه البيوت من شدة الأمطار في ذلك الجزء من المملكة العربية السعودية .

صورة رقم (١)

بواسطة التحليل الحراري التفاضلي Differential Thermal Analysis بالإضافة إلى التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية . وقد قام بهذه الدراسة الباحث أوفر ستريت وبمجموعته^(٨) من البعثة الجيولوجية الأمريكية .

إن نتائج التحاليل المختلفة عن رواسب اللايترايت تدل على أن مجموعة الكاولينايت هي المكون الرئيسي لرواسب اللايترايت ، كما أن معدن الكوارتز يوجد بكميات كبيرة في بعض العينات . أما معدن المونتموريللوناييت فهو ذو تبلور غير واضح وغير منتظم . ويوجد معدن

الإلايت بكية قليلة في قليل من العينات التي لم تتعرض للتعبئة الشديدة .

٣ - رواسب الطين بتكون الليدام . المنطقة الشرقية :

تقع رواسب الطين بتكون الليدام ، جنوب غرب مدينة الدمام بالمنطقة الشرقية ، وتبعد حوالي ٧٠ كيلومتراً عنها . وقد لحص باورز ومجموعته^(٩) جيولوجية المنطقة . وقد أثبت الحفر بتكون الليدام أن هناك طبقتين من الطين يبلغ سمكها حوالي ثمانية أمتار ، وتنفصل الطبقتان عن بعضهما بطبقة من الحجر الرملي يبلغ سمكها من ١ - ٣ أمتار وذلك لتغير السمك من مكان لآخر .

وقد أثبت التحاليل بواسطة حيود الأشعة السينية تشابه كبيراً في المعادن في طبقتي الطين المنفصلتين . وتتكون الرواسب الطينية هنا من معدن الإلايت كمعدن رئيسي بالإضافة إلى معدن الكاولينيات الإضائي ومعدن الإلايت - سمكيات ، كما تحتوي هذه الرواسب الطينية على كمية أقل من معدن الكوارتز والدولومايت^(١٠)

٤ - رواسب الطين بمنطقة ينبع البحر :

تقع رواسب الطين شمال مدينة ينبع البحر ، وتبعد حوالي سبعة كيلو مترات عنها . وتوجد هذه الرواسب على شرفة حصاوية والتي ترتفع حوالي ستة أمتار فوق السهل الرملي المحيط بها . وتغطي رواسب الطين طبقة من الرسوبيات في الوادي .

وتظهر تحاليل حيود الأشعة السينية أن رواسب الطين تتكون من معدني المونتموريلونيات والكاولينيات بالإضافة إلى كمية قليلة من معادن الإلايت والكوراييت والكوارتز^(١١) . وتدل التحاليل الحرارية التفاضلية على أن معظم الرواسب الطينية في منطقة ينبع البحر تتكون من معدن المونتموريلونيات والذي يتميز بإعطاء كمية كبيرة من الماء ما بين درجتي حرارة ٨٠ و ٢٠٠ مئوية ، كما يتميز بفقدان ماء التلور خلال التفاعل الاندوثيرمي عند حوالي درجة ٥٣٠°

متوبة كما نرى التحاليل الحرارية المتعاقبة DTA وحود معدن الإللابيت مع بعض أكاسيد الحديد ولا توجد أي آثار مميزة لمعدن الكاولينيات

٥ - رواسب الطين محرات منطقة الرياض

يشير متكون مرات الأوسط (العصر الحوراسي السفلي) بأنه يتكون من الأحجار الرملية والطينية ذات اللون الأحمر الداكن ويوجد أقصى سمث للأحجار الطينية عند قرية مرات وما حولها ، حيث يكون السمث هناك حوالي ٥٧ متراً (انظر الصورة رقم ٤) . وبعد قرية مرات حوالي مائتي كيلو متراً غرب مدينة الرياض . أما جيولوجية المنطقة فيمكن معرفتها بالرجوع إلى ماورر ومجموعته^(١١) . والأشعة^(١٢) (انظر خريطة رقم ٣) وفي مدينة مرات يمكن ملاحظة طبقات الطين الصلصالية التي يمكن استعمالها لصناعة منتجات الصلصال للنشاء واستخراج الألومينا . كما يتصح هذا من تقرير لوريت ولخشي . ويمكن أن يصل الاحتياطي لهذه الرواسب حوالي ١٠٠٠ مليون طن^(١٣) .

ويعتقد عابد^(١٤) بأن الطبقات الحمراء التي تتميز بها الرواسب الطينية الصلصالية في متكون مرات قد نتجت عن عملية لآزنة Laterization كاملة أو جزئية في منطقة استوائية رطبة . وعن هذا فإنه يمكن بعملية التآكل للأحسام الحرايينية بالدرع العربية إلى العرب من قرية مرات أن نتج تربة اللانتريت التي تكونت حول وفي داخل البحر التواراسي Toarcian Sea بالعصر الحوراسي

ويقوم كاتب هذا المقال بدراسة رواسب الطين الصلصالية تتكون مرات من النواحي المعدنية والجيوكيميائية لمعرفة المعيرات المعدنية والجيوكيميائية لهذه الرواسب وقد دلت النتائج الأولية لتحاليل جود الأشعة المسببة انظر لحدول رقم ١ والتحاليل الحرارية لتعاقبية أن رواسب الصلصال في متكون مرات تتكون من معدن الكاولينيات كمعدن رئيسي مع كمية قليلة من معدني الإللابيت / مونتوموريللونيات كطيفات متداخلة ، بالإضافة إلى معدني الكوارتز والمهاثايت^(١٥)

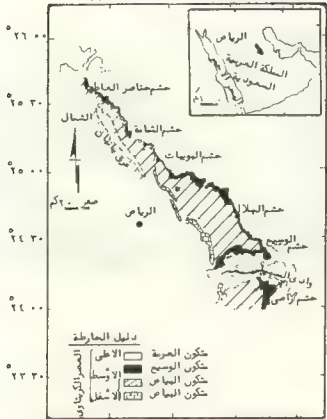


صورة رقم (٧) منزل طيبي قديم في حي القوطة بالرياض لاحظ تناسق البنائين المعماري
ولاحظ أيضاً وجود شق رأسي في المبنى الطيبي نتيجة لتقدم العهد وللتجربة
البيزالية

• الاستنتاجات .

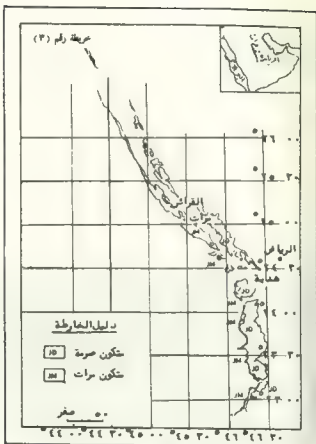
يتضح من هذا المقال أن أهم الرواسب الطينية الاقتصادية توجد في خمسة مواقع في
الوقت الحاضر . وربما يُكتشف في المستقبل المنظور المزيد من هذه الرواسب الاقتصادية في
مواقع أخرى من المملكة العربية السعودية .

°٤٦ ٣٠ °٤٧ °٤٧ ٣٠ °٤٨



خريطة رقم (٢)

خريطة جغرافية وجيولوجية لرواسب الطين الصلصالية بحشم راضي مع
التكوينات الجيولوجية المحيطة (معدلة عن مشرف ، ١٩٧٩ م)



خريطة جيولوجية وبيولوجية لتكوين مرات وصخرة وتوجد معظم

رواسب الطين الاقتصادية في تكوين مرات (معدلة عن الأسعد، ١٩٧٣ م)

والمواقع أن إنشاء صناعة الحرف واستخراج مادة الألومينا وتطور البحث العلمي في الجامعات والمعاهد سوف يدعم الأبحاث التطبيقية لرواسب الطين الصلصالية بالمملكة العربية السعودية . وتقوم البعثة الفرنسية للدراسات الجيولوجية والمعدنية بدراسة الرواسب الطينية الصلصالية من الناحية الصناعية في مناطق مختلفة من المملكة .

إن الرواسب الطينية الصلصالية بالمملكة لازالت تنتظر كثيرًا من الدراسات المختلفة لاكتشاف كمياتها وأحجامها بالتحديد وامتداداتها الجيولوجية وحجم الاحتياطي منها والقيمة الاقتصادية لها . وهناك بعض المواقع في مناطق مختلفة من الدرع العربية تنتظر مزيدًا من الدراسات لاستغلالها .



صورة رقم ٣.

• آثار منازل طينية بمدينة الدرعية الأثرية •

أما الأبحاث المختلفة عن الرواسب الطينية وبخاصة التربة Soil من أجل الأغراض الزراعية والهندسية ، فإن هناك أبحاثاً على مناطق مختلفة من المملكة مثل منطقة القصيم والمنطقة الشرقية والمنطقة الجنوبية . ويقوم بهذه الأبحاث سعوديون متخصصون من الجامعات والمعاهد المختلفة .

إن مستقبل صناعة الخزف واستخراج مادة الألومينا لإنتاج الألومنيوم سيكون مستقبلاً مزدهراً في المملكة العربية السعودية من حيث الاكتفاء الذاتي ، وسوف تنتج المملكة ما يكفيها من هذا الخام لاستخدامه في صناعة الخزف وغيره من الصناعات التي تعتمد على هذه الرواسب الهامة .



«صورة رقم ١»

- الصورة تمثل جزءاً من جبل الكيت في مواجهة مدينة مرات ، ويحتل في هذا الجبل الجزء الأوسط من تتكون مرات . ويمكن ملاحظة رواسب الطين الصلصالية ذات اللون الأحمر البني .

حيود الأشعة السينية لمبة مواجهة
من الطين الصلصالي يتكون مرات (مدينة مرات)

القيمة رقم	$\bar{\theta}$	θ	$\sin \theta$	المسافات بين السطوح اللرية بالأنجستروم λ
١	١٠,٣	٥,١٥	,٠٨٩٧	٩,٩٧
٢	١٣,٨	٦,٩	,١٢٠١	٧,٤
٣	١٤,٥	٧,٢٥	,١٢٦١	٧,١
٤	٢٣,٤	١١,٧	,٢٠٣٧	٤,٤١
٥	٢٤,٤	١٢,٢	,٢١١٣	٤,٢٣
٦	٢٥,١	١٢,٥٥	,٢١٧٢	٤,١٢
٧	٢٧,٥	١٣,٧٥	,٢٣٧٦	٣,٧٦
٨	٢٩,٢	١٤,٦	,٢٥٢	٣,٥٥
٩	٣١,٤	١٥,٧	,٢٧٠٦	٣,٣١
١٠	٣٤,٣	١٧,١٥	,٢٩٤٨	٣,٠٣



REFERENCES

1. Grim, R. E., 1962. Applied Clay Mineralogy, New York, Mc Graw-Hill.
2. Grim, R. E., 1968. Clay Mineralogy. New York, Mc Graw-Hill.
3. Fares, M., 1981. Kaolin Deposits in the Arab World, Arab Mining Journal, Vol. 1, No. 3, 1981.
4. Powers, R. W., Ramirez, L. F., Redmond, C. D., and Elgerg, Jr., 1966. Geology of the Arabian Peninsula, Sedimentary Geology of Saudi Arabia: U. S. Geol. Survey Prof. Paper 570-D, 147 pp.
5. Fujii, N., 1977. Kaolin Clay Deposits, Khasm Radi Area, Wasia Quadrangle, Kingdom of Saudi Arabia. TR-1977-11, Jeddah, 26 pp.
6. El-Hiti, A. S., Issa, M. A., and Elboragy, M. H., 1978. X-ray Identification of Saudi Arabian Clay. Dirassat, J. Coll. Education, Riyadh Univ., 2nd Issue, pp. 65-69.
7. Meshref, M. A., 1979. Depositional Environments of Buwaib-Biyad -Wasia Rocks Deduced by X-ray Diffraction Analysis. J. Fac. Sci., Riyadh Univ., Vol. 10, pp. 123-141.
8. Overstreet, W. C., Stoesser, D. B., Overstreet, E. F., and Goudarzi, G. H., 1977. Tertiary Laterite of the As Sarat Mountain, Asir Province, Saudi Arabia, Bulletin No. 21, DGNR, Jeddah, 30 pp.
9. See Reference No. 4.
10. Roger, J. and Al Habshi, A., 1977. Al Lidam Clay Deposit, Drilling and Test for Structural Clay Products, BRGM, 77 Jeddah 37, 20 pp.
11. Elkholy, M., 1977. Yanbu Construction and Industrial Materials, Geological Study, Tr 1977-1, Jeddah, 61 pp.
12. See Reference No. 4.
13. Asa'ad, G. M., 1973. Biostratigraphical Studies on Jurassic Rocks at Marrat City and Adjacent Areas, Saudi Arabia. M. Sc. Thesis, Ain Shams University, Cairo (Unpublished).
14. Laurent, D. and Al Habshi, A., 1976. Durma-Marrat Clay-Shale Deposit and its Economic Potential: BRGM, Open-File Report, 76 JED-21, Jeddah.
15. Abed, A. M., 1979. Lower Jurassic lateritic Redbeds from Central Arabia. Sedimentary Geology, Vol. 24, pp. 149-156.
16. Almosabadi, A., 1983. Mineralogical Study of the Marrat Clay Deposit. (In Preparation).